

U3-0198-TA(2)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1002 U.S. PTO  
10/028905  
12/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-400227

出 願 人

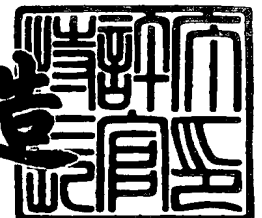
Applicant(s):

株式会社デンソー

2001年11月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3096780

【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA1840

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02M 47/02

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 猪頭 敏彦

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 林 哲史

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

    【代表者】 岡部 弘

【代理人】

    【識別番号】 100067596

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 求馬

    【電話番号】 052-683-6066

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 006334

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9105118

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 油圧制御弁および燃料噴射弁

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電または磁歪アクチュエータの変位を油圧に変換し、該油圧を増減させることによって弁体を駆動して、該弁体により高压通路に連通する高压ポートと低压通路に連通する低压ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖する油圧制御弁であって、上記アクチュエータにエネルギーを供給した時に上記低压ポートを開いて上記高压ポートを閉じ、該エネルギーを放出した時に上記高压ポートを開いて上記低压ポートを閉じる構成とし、かつ上記低压ポートを開く時に必要なエネルギーよりも、上記高压ポートを閉じる時に必要なエネルギーを大きくしたことを特徴とする油圧制御弁。

【請求項2】 上記アクチュエータの変位によって油圧を増減させる油圧室と、該油圧室の油圧を受けて上記弁体を駆動するピストン部材を有し、上記低压ポートのシート面積を  $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、上記高压ポートのシート面積を  $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、上記油圧室の容積を  $V$  ( $\text{mm}^3$ )、上記油圧室内の作動油の体積弾性率を  $\gamma$  ( $\text{Kg/mm}^2$ )、上記ピストン部材の受圧面積を  $s$  ( $\text{mm}^2$ )、上記弁体が上記低压シートから上記高压シートに移動するためのリフト量を  $L$  ( $\text{mm}$ )、上記高压通路の圧力を  $P$  ( $\text{Kg/mm}^2$ ) とした時に、下記式

$$\begin{aligned} & S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \\ & > 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \end{aligned}$$

の関係にある請求項1記載の油圧制御弁。

【請求項3】 上記アクチュエータに、上記弁体が上記低压ポートを開く時に必要なエネルギー以上であり、上記高压ポートを閉じる時に必要なエネルギーよりも小さいエネルギーを供給して、上記弁体をハーフリフト位置に制御する請求項1または2記載の油圧制御弁。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載の油圧制御弁を備え、上記弁体の駆動によってノズルニードルに作用する油圧を制御することにより燃料噴射の開始および停止を制御することを特徴とする燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電または磁歪アクチュエータを用いた油圧制御弁、およびこの油圧制御弁を内蔵する内燃機関の燃料噴射弁に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射システムでは、各気筒に共通のコモンレール（蓄圧室）を設けて、高圧ポンプから圧送される高圧燃料を蓄圧し、所定の噴射時期に各気筒に燃料を噴射している。その燃料噴射弁に、近年、応答性の良好な圧電アクチュエータを駆動源とし、油圧を介して弁体を駆動する油圧制御弁を用いることが提案されている。かかる油圧制御弁は、例えば、圧電アクチュエータの伸縮に伴って変位する大径ピストンと小径ピストンの間に作動油を充填した変位拡大室を備え、大径ピストンの変位を変位拡大室および小径ピストンにより拡大して弁体に伝達する。

【 0 0 0 3 】

弁体は、コモンレールに連通する高圧ポートとドレーン通路に連通する低圧ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖し、燃料噴射弁のノズルニードルの背圧を制御する。すなわち、弁体が低圧ポートを開いて高圧ポートを閉じると、ノズルニードルに背圧を与える制御室の圧力が低下し、ノズルニードルが上昇して噴孔から燃料が噴射される。一方、弁体が高圧ポートを開いて低圧ポートを閉じると、制御室の圧力が再び上昇してノズルニードルが下降し、燃料噴射が停止される。

【 0 0 0 4 】

ところで、コモンレール式燃料噴射システムでは、エンジンの運転状態に応じた燃料噴射を行うために、燃料噴射圧力（コモンレール圧力）と燃料噴射率（単位時間当たりの燃料噴射量）の制御性を向上させることが重要である。コモンレール圧力については、通常、高圧供給ポンプからコモンレールへの圧送量によって調整され、急な減圧要求に対してはコモンレールに設けた減圧弁によって対応しているが、専用の減圧弁を設けず、油圧制御弁を介して減圧制御を行うことが検討されている。これは、ノズルニードルが閉弁を保持した状態で、油圧制御弁

の弁体を低圧ポートと高圧ポートの中間のリフト位置（ハーフリフト）までリフトさせ、コモンレールの燃料をドレーン通路へ逃がすことにより可能になる。また、燃料噴射率についても、弁体をハーフリフト可能とすることによって、制御室の圧力の制御が容易になるので、少量の燃料噴射等を精度よく行い、燃料噴射弁の性能向上が期待できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の燃料噴射弁では、高圧ポートの燃料圧を受けている弁体を低圧ポートからリフトさせるために大きなエネルギーを必要とし、しかも弁体一旦リフトすると、燃料圧がリフト方向にも作用することから、弁体をハーフリフト位置に安定して制御することは、極めて難しい。従って、現状では、上記構成の油圧制御弁を適用した燃料噴射弁においてハーフリフト制御を行うことは困難であった。

【0006】

本発明の目的は、圧電アクチュエータを用いた油圧制御弁において、安定したハーフリフト制御を可能にし、燃料噴射弁の噴射率制御やコモンレールの減圧制御の制御性を向上させることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1の油圧制御弁は、圧電または磁歪アクチュエータの変位を油圧に変換し、該油圧を増減させることによって弁体を駆動して、該弁体により高圧通路に連通する高圧ポートと低圧通路に連通する低圧ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖するものである。この油圧制御弁は、上記アクチュエータにエネルギーを供給した時に上記低圧ポートを開いて上記高圧ポートを閉じ、該エネルギーを放出した時に上記高圧ポートを開いて上記低圧ポートを閉じる構成としてあり、かつ上記低圧ポートを開く時に必要なエネルギーよりも、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーを大きくしたことを特徴とする。

【0008】

上記構成において、上記アクチュエータに、上記弁体が上記低圧ポートを開く

のに必要なエネルギーを供給すると、上記弁体がリフトして高圧ポート方向へ移動を開始する。ところが、このエネルギーは、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーよりも小さいため、上記弁体は上記高圧ポートを閉じることはできない。つまり、上記アクチュエータに供給するエネルギーを、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーより低い適正值に設定すれば、上記弁体を上記低圧ポートと上記高圧ポートの間に保持するハーフリフトが可能となり、上記アクチュエータへのエネルギーの供給量または印加電圧にて、ハーフリフトのリフト量が安定して制御できる。

【0009】

請求項2のように、上記油圧制御弁は、具体的には、上記アクチュエータの変位によって油圧を増減させる油圧室と、該油圧室の油圧を受けて上記弁体を駆動するピストン部材を有する。そして、上記低圧ポートのシート面積を  $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、上記高圧ポートのシート面積を  $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、上記油圧室の容積を  $V$  ( $\text{mm}^3$ )、上記油圧室内の作動油の体積弾性率を  $\gamma$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、上記ピストン部材の受圧面積を  $s$  ( $\text{mm}^2$ )、上記弁体は上記低圧シートから上記高圧シートに移動するためのリフト量を  $L$  ( $\text{mm}$ )、上記高圧通路の圧力を  $P$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ) とした時に、下記式

$$\begin{aligned} & S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \\ & > 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \end{aligned}$$

の関係にあるように、各部材を構成する。

【0010】

上記油圧制御弁において、上記高圧ポートを閉鎖するために必要なエネルギーは、 $S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  で表される。一方、上記低圧ポートを開放するために必要なエネルギーは、 $1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  となる。従って、 $S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma > 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  が成立するように、上記油圧制御弁を構成すれば、請求項1の効果が確実に得られる。

【0011】

請求項3のように、具体的には、上記アクチュエータに、上記弁体が上記低圧

ポートを開く時に必要なエネルギー以上であり、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーよりも小さいエネルギーを供給することにより、上記弁体をハーフリフト位置に制御することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の油圧制御弁を備える燃料噴射弁であり、上記弁体の駆動によってノズルニードルに作用する油圧を制御することにより燃料噴射の開始および停止を制御する。上記油圧制御弁を適用することによって、ハーフリフトによる燃料噴射率制御、コモンレール圧力の減圧制御が容易になり、高性能の燃料噴射弁が実現できる。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面に従って説明する。図 1 は、本発明を適用した油圧制御弁 1 を備える燃料噴射弁 V の構成を示す図で、例えば、ディーゼルエンジンのコモンレール噴射システムに好適に使用される。燃料噴射弁 V は、ノズルボディ B 1 の先端に設けた噴孔 1 1 をノズルニードル 1 2 の上下動により開閉して、燃料の噴射を開始ないし停止する。噴孔 1 1 は、ノズルニードル 1 2 が上端位置にある時に開となり、高圧通路 3 に続く燃料溜まり 3 1 と導通して燃料が供給される一方、ノズルニードル 1 2 が下端位置にある時は閉となり、燃料溜まり 3 1 との導通が遮断されて燃料の供給が停止される。ノズルニードル 1 2 の下端位置は、ノズルニードル 1 2 が着座するノズルシート 1 3 によって決定され、上端位置はノズルボディ B 1 上方のオリフィスプレート P 1 によって決定される。

【 0 0 1 4 】

ノズルボディ B 1 は、バルブ駆動装置 1 のハウジング H の下端にオリフィスプレート P 1、P 2 を介して配設され、筒状のノズルホルダ B 2 にて油密に固定される。高圧通路 3 は、燃料溜まり 3 1 から上方へ延び、オリフィスプレート P 1、P 2 およびハウジング H 内を経て外部のコモンレール（図略）に連通している。ハウジング H 内には、また、外部の燃料タンク（図略）に連通する燃料戻し用の低圧通路としてのドレーン通路 2 が形成されている。ノズルニードル 1 2 の上

端部とオリフィスプレート P 1 の間には、制御室 4 が形成され、ノズルニードル 1 2 は、制御室 4 内に配したスプリング 4 1 のばね力と制御室 4 の油圧によって常に閉方向（下方）へ付勢されている。

## 【0015】

制御室 4 の油圧は、油圧制御弁 1 の一部をなす 3 方弁 5 によって制御される。3 方弁 5 は、ハウジング H の下端に形成した略円錐形の弁室 5 1 と略球形の弁体 5 2 からなり、弁室 5 1 はオリフィスプレート P 1、P 2 を貫通する通路とその下端に設けたメインオリフィス 4 2 を介して制御室 4 と常に連通している。弁室 5 1 は、低圧ポートであるドレーンポート 2 1 と高圧ポート 3 2 の 2 つのポートを有し、弁室 5 1 内の弁体 5 2 が上方または下方に移動して上記 2 つのポートの一方を選択的に閉塞すると、他方が開放されて制御室 4 と導通する。ドレーンポート 2 1 は弁室 5 1 上方に設けたスピル室 2 2 を介してドレーン通路 2 に連通し、オリフィスプレート P 2 を上下に貫通する高圧ポート 3 2 は、オリフィスプレート P 2 下端面に径方向に設けた溝 3 3 を介して高圧通路 3 に連通している。

## 【0016】

よって、弁体 5 2 がドレーンポート 2 1 を開いて高圧ポート 3 2 を閉じると、制御室 4 の燃料が弁室 5 1 からドレーンポート 2 1 を経て流出する。これにより、制御室 4 の圧力が低下してノズルニードル 1 2 の開弁圧以下となると、ノズルニードル 1 2 がノズルシート 1 3 から離れて燃料が噴射される。一方、弁体 5 2 が高圧ポート 3 2 を開いてドレーンポート 2 1 を閉じると、高圧ポート 3 2 から流入する燃料で制御室 4 の圧力が上昇し、ノズルニードル 1 2 が下降してノズルシート 1 3 に着座する。

## 【0017】

なお、制御室 4 は、高圧ポート 3 2 の下端に連通させてオリフィスプレート P 1 に設けたサブオリフィス 4 3 によって、3 方弁 5 を介さずに高圧通路 3 と常に連通している。このサブオリフィス 4 3 は、高圧通路 3 からサブオリフィス 4 3 を経て制御室 4 に燃料を流入させることによって、噴射開始時には制御室 4 の圧力低下を緩和してノズルニードル 1 2 を緩やかに開弁させ、噴射終了時には圧力上昇を促進してノズルニードル 1 2 を迅速に閉弁させる作用がある。



## 【0018】

ここで、ドレーンポート21の弁室51への開口部は、円錐形状のドレーンシート53を形成しており、高圧ポート32の弁室51への開口部は、フラット形状の高圧シート54を形成している。このように一方をフラット形状とするのは、弁体52の軸ずれを許容するためである。弁体52は、いずれかのシート53、54に着座することにより対応するポートを閉塞するが、弁室51の圧力は常にドレーンポート21の圧力より高いため、弁体52はドレーンシート53に着座しているのが常態である。高圧シート54への着座力は、油圧制御弁1の小径ピストン18によって与えられる。次に、油圧制御弁1の詳細について説明する。

## 【0019】

油圧制御弁1は、ハウジングHの上端部内に收容される圧電アクチュエータ14を駆動源として有している。圧電アクチュエータ14の変位は、その下端に接して一体に設けたピエゾピストン15に伝達され、さらに大径ピストン17および油圧室である変位拡大室6を介してピストン部材である小径ピストン18に伝達される。圧電アクチュエータ14は公知の構成で、PZT等の圧電体を積層してなり、外部からエネルギーを供給することによって伸長し、注入されたエネルギーを放出することによって収縮して、ピエゾピストン15を駆動する。ピエゾピストン15は、ピエゾシリンダH1内に摺動自在に配設され、細径のロッド16によって大径ピストン17に連結されている。大径ピストン17および小径ピストン18は、シリンダ形成部材H2に同軸的に形成した大径シリンダH3、小径シリンダH4内にそれぞれ摺動自在に配設され、ロッド16は大径ピストン17の上面より上方に延びて、ピエゾピストン15の下面に圧入固定される。

## 【0020】

ピエゾピストン15下方の、ロッド16周りに形成される空間は、ドレーン通路2に連通する油溜まり室7となしてあり、スプリング71が收容されてピエゾピストン15を上方に付勢している。同時に、ピエゾピストン15と一体に連結される大径ピストン17もスプリング71によって上方に付勢される。これにより、ピエゾピストン15および大径ピストン17は、圧電アクチュエータ14の

伸縮に応じて一体に上下動する。なお、ピエゾピストン15の外周には、油溜まり室62内の作動油が圧電アクチュエータ14を汚染するのを防止するためにリング73が設けられる。また、油溜まり室7をドレーン通路2に連通させるための通路は、ハウジングH側壁から径方向に油溜まり室7に貫通穴を形成した後、盲栓74で閉鎖することにより形成される。

## 【0021】

シリンダ形成部材H2は、小径ピストン18の上部に縮径部を有し、小径ピストン18の上方への移動を規制するストッパ61を形成している。大小シリンダH3、H4は、この縮径部を介して連通しており、縮径部と小径ピストン18の間に形成される油圧室A、および大径ピストン17との間に形成される油圧室Bによって変位拡大室6が形成される。変位拡大室6は、圧電アクチュエータ14の変位を油圧変換し、大小ピストン17、18の径差に応じて増幅して（例えば、大径ピストン17の変位の2～3倍）、小径ピストン18に伝達する。小径ピストン18の下端部は、シリンダ形成部材H2の下方に形成されるスピル室22内に位置し、細径の先端部がドレーンポート21内に挿通されて弁体52に当接している。

## 【0022】

大径ピストン18内には、軸方向に通路72が設けられ、通路72の上端はロッド16の基端部内に延びてT字形に分岐し、油溜まり室7に開口している。通路72の下端は、大径ピストン18の下端面に開口し、大径ピストン18の下端に装着した逆止弁8を介して変位拡大室6に連通するようになっている。逆止弁8は、変位拡大室6の燃料がリーク等により減少した時に、油溜まり室7から変位拡大室6へ燃料を補充するためのもので、通路72の下端開口を閉鎖するフラット弁81と、フラット弁81を上方に付勢する皿バネ82からなる。これらフラット弁81と皿バネ82は、大径ピストン18の下端部外周に圧入固定される有底筒状のホルダ83内に収納保持される。ホルダ83底面には貫通穴85が設けられ、ホルダ83内空間と変位拡大室6の間で燃料は自由に流通する。

## 【0023】

フラット弁81は、円盤状の薄板（厚さ：0.1～0.2mm）の上下2箇所

を平行に切り欠いたもので、中心にピンホール 84（直径：0.02～0.5 m）を設けている。このピンホール 84 により、燃料噴射中に通電回路に異常が発生しても変位拡大室 6 の燃料を油溜まり室 7 へリークさせることができるため、燃料噴射を停止することができる。また、燃料噴射弁 V の組み立て後に、ピンホール 84 を介して変位拡大室 6 を容易に真空にし、燃料を充填することができるので、空気が残って不具合を生じることがない。

## 【0024】

上記構成の燃料噴射弁の作動を説明する。弁体 52 をフルリフトさせる通常の燃料噴射制御時には、燃料噴射の開始に当たり、圧電アクチュエータ 14 にドレーンポート 21 を開としかつ高圧ポート 32 を閉とするために十分な電圧（例えば 100～150 V）が印加される。圧電アクチュエータ 14 は電圧に比例した変位（例えば 40  $\mu$ m）を生じて、ピエゾピストン 15、大径ピストン 17 を同じ変位量だけ下方に移動させ、変位拡大室 6 の油圧を上昇させる。この変位拡大室 6 の油圧上昇により小径ピストン 18 が下降し、弁体 52 をドレーンシート 53 から押し下げてリフトさせ、高圧シート 54 に着座させる。この時、弁体 52 のリフトは、圧電アクチュエータ 14 の変位に対しておおよそ大径ピストン 17 と小径ピストン 18 の面積比（例えば 2 倍）だけ拡大される。

## 【0025】

弁体 52 のリフトに伴ってドレーンポート 21 が開き、次いで高圧ポート 32 が閉じるために、弁室 51 の圧力が低下する。弁室 51 と連通する制御室 4 の圧力が低下し、ノズルニードル 12 に上向きに作用する燃料溜まり 31 の油圧力が、制御室 4 の油圧力およびスプリング 41 のバネ力に勝ると、ノズルニードル 12 がノズルシート 13 からリフトし、燃料の噴射が開始される。

## 【0026】

燃料噴射の停止に当たっては、圧電アクチュエータ 14 の電荷を放出させることによってその電圧をゼロにする。この間に、圧電アクチュエータ 14 は、電圧印加時の変位量だけ収縮して元の長さに戻り、ピエゾピストン 15 がスプリング 71 に付勢されて上昇する。ロッド 16 によりピエゾピストン 15 と連結されている大径ピストン 17 もピエゾピストン 15 とともに上昇し、変位拡大室 6 の油

圧を低下させる。変位拡大室 6 の油圧低下により小径ピストン 18 は、弁体 52 を高圧ポート 32 の高圧に逆らって高圧シート 54 に押し付ける力を失い、弁体 52 とともに上昇する。

【0027】

弁体 52 が再びドレーンシート 53 に着座し、そのリフト位置が初期状態に戻ると、高圧ポート 32 が開き、次いで、ドレーンポート 21 が閉じるために、弁室 51 および制御室 4 の圧力が回復する。制御室 4 の圧力が上昇し、ノズルニードル 12 に下向きに作用する力が、燃料溜まり 31 の油圧力に勝ると、ノズルニードル 12 が降下して再びノズルシート 13 に着座し、燃料噴射を停止する。

【0028】

次に、油圧制御弁 1 の弁体 52 をハーフリフトさせる場合について説明する。本発明では、ドレーンポート 21 を開とするために圧電アクチュエータ 14 に必要なエネルギー  $E$  が、高圧ポート 32 を閉とするために圧電アクチュエータ 14 に必要なエネルギー  $E'$  よりも小さくなるように、各部材を設計する。そして、圧電アクチュエータ 14 に供給するエネルギーを、ドレーンポート 21 を開とするために圧電アクチュエータ 14 に必要なエネルギー  $E$  以上で、高圧ポート 32 を閉とするために圧電アクチュエータ 14 に必要なエネルギー  $E'$  よりも小さい範囲で適宜設定すれば、弁体 52 をドレーンポート 21 と高圧ポート 32 の中間のハーフリフト位置に保持することが可能となる。

【0029】

図 2 は、上記燃料噴射弁 V の構成を模式的に示す図で、圧電アクチュエータ 14 の変位を弁体 52 に伝達するための主な構成部材として、大径ピストン 17、変位拡大室 6、小径ピストン 18 が図示してある。ここで、弁体 52 によって開閉されるドレーンポート 21 のシート面積を  $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、高圧ポート 32 のシート面積を  $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、直径を  $d_H$  (mm)、変位拡大室 6 の容積を  $V$  ( $\text{mm}^3$ )、ドレーンポート 21 開の時の作動圧を  $p$  ( $\text{Kg/mm}^2$ )、高圧ポート 32 閉の作動圧を  $p'$  ( $\text{Kg/mm}^2$ )、変位拡大室 6 内の作動油の体積弾性率を  $\gamma$  ( $\text{Kg/mm}^2$ )、小径ピストン 18 の受圧面積を  $s$  ( $\text{mm}^2$ )、直径を  $d_s$  (mm)、大径ピストン 17 の受圧面積を  $S$  ( $\text{mm}^2$ )、弁体 52 がドレー

ンシート53から高圧シート54に移動するためのリフト量を $L$  (mm)、高圧通路3の圧力(=コモンレールの圧力)を $P$  (Kg/mm<sup>2</sup>)、圧電アクチュエータ14の変位を $\delta$ とする。この時、ドレーンポート21を開とするための力 $F$ は、下記式(1)で表される。

$$(1) F = S_L \cdot P = s \cdot p = s \cdot \gamma \cdot (S \cdot \delta / V)$$

また、この時、圧電アクチュエータ14に必要なエネルギー $E$ は下記式(2)のようになる。

$$\begin{aligned} (2) E &= 1/2 \cdot \delta \cdot S \cdot p \\ &= 1/2 \cdot (V \cdot S_L \cdot P / s \cdot \gamma \cdot S) \cdot S \cdot (S_L \cdot P / s) \\ &= 1/2 \cdot (S_L \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma \end{aligned}$$

【0030】

一方、高圧ポート32を閉とするための力 $F'$ は、下記式(3)で表される。

$$(3) F' = S_H \cdot P = s \cdot p' = s \cdot \gamma \cdot (S \cdot \delta' / V)$$

また、この時、圧電アクチュエータ14に必要なエネルギー $E'$ は下記式(4)のようになる。

$$\begin{aligned} (4) E' &= p' \cdot s \cdot L + 1/2 \cdot \delta' \cdot S \cdot p' \\ &= S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma \end{aligned}$$

ここで、式(4)中、 $S_H \cdot P \cdot L$ は弁体52の仕事量、 $1/2 \cdot (S_H \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma$ は圧力上昇仕事量を表す。

【0031】

これら式(1)～(4)から、 $E' > E$ を満足するための、 $S_L$ 、 $S_H$ 、 $V$ 、 $s$ 、 $L$ の関係は、下記式(5)のようになる。

$$\begin{aligned} (5) S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma \\ > 1/2 \cdot (S_L \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma \end{aligned}$$

従って、式(5)が成立するようにこれら $S_L$ 、 $S_H$ 、 $V$ 、 $s$ 、 $L$ の各値を設定すれば、ドレーンポート21を開とするためのエネルギー $E$ より高圧ポート32を閉とするためのエネルギー $E'$ が大きくなるので、ハーフリフト制御が容易にできる。

## 【0032】

以下に、具体的な実施例を示す。例えば、高压シート54の直径 $d_H = 0.5$  mm、コモンレールの圧力 $P = 2000 \text{ Kg/cm}^2 = 20 \text{ Kg/mm}^2$ 、弁体52のリフト量 $L = 0.03$  mm、小径ピストン18の直径 $d_s = 5$  mm、変位拡大室6の容積 $V = 5 \text{ mm}^3$ 、体積弾性率 $\gamma = 100 \text{ Kg/mm}^2$ とした時の、ドレーンシート53の直径 $d_L$ を求める。

高压ポート32のシート面積 $S_H$ 、小径ピストン18の受圧面積 $s$ は、それぞれ次の式から算出される。

$$S_H = \pi/4 \cdot d_H^2 = \pi \times (0.5)^2 / 4 = 0.196 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$s = \pi/4 \cdot d_s^2 = \pi \times 5^2 / 4 = 19.6 \text{ (mm}^2\text{)}$$

そこで、式(5)にこれら値を代入すると、

$$0.196 \times 20 \times 0.03 + 1/2 \cdot (0.196 \times 20 / 19.6)^2 \cdot 100 / 5 > 1/2 \cdot (S_L \cdot \times 20 / 19.6)^2 \cdot 100 / 5$$

となる。これより、ドレーンポート21のシート面積 $S_L$ 、さらにドレーンシート53の直径 $d_L$ は以下のように表される。

$$0.118 \times 0.001 > 0.026 \cdot S_L^2$$

$$S_L < \sqrt{(0.119 / 0.026)} = 2.14 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$d_L < \sqrt{(4 \times 2.14 / \pi)} = 1.65 \text{ (mm)}$$

## 【0033】

以上より、ドレーンシート53の直径 $d_L$ が1.65 (mm)より小さくなるように設定すれば、式(5)が成立する。そして、ドレーンポート21を開とするためのエネルギー $E$ 以上で、高压ポート32を閉とするためのエネルギー $E'$ より小さくなるように、圧電アクチュエータ14への印加電圧を設定すれば、高压ポート32が閉鎖されることがないので、弁体52を確実にハーフリフト位置に保持できる。よって、ハーフリフト制御を利用した燃料噴射弁の噴射率制御やコモンレールの減圧制御が可能になり、コンパクトで高性能な燃料噴射弁が実現される。

## 【0034】

上記実施の形態では、圧電アクチュエータを用いたが、これに限るものではな

く、同様に通電により変位を発生する磁歪素子を用いた磁歪アクチュエータを用いてもよい。また、制御弁として3方弁を用いる必要はなく、2方弁等、他の方式でノズルニードルを開閉させる構成でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態における燃料噴射弁の全体構成を示す断面図である。

【図2】

第1の実施の形態における燃料噴射弁の概略構成を示す模式的な図である。

【符号の説明】

H   ハウジング

B 1   バルブボディ

1   油圧制御弁

1 1   噴孔

1 2   ノズルニードル

1 3   ノズルシート

1 4   圧電アクチュエータ

1 5   ピエゾピストン

1 6   ロッド

1 7   大径ピストン

1 8   小径ピストン（ピストン部材）

2   ドレーン通路（低圧通路）

2 1   ドレーンポート

2 2   スピル室

3   高圧通路

3 1   燃料溜まり

3 2   高圧ポート

4   制御室

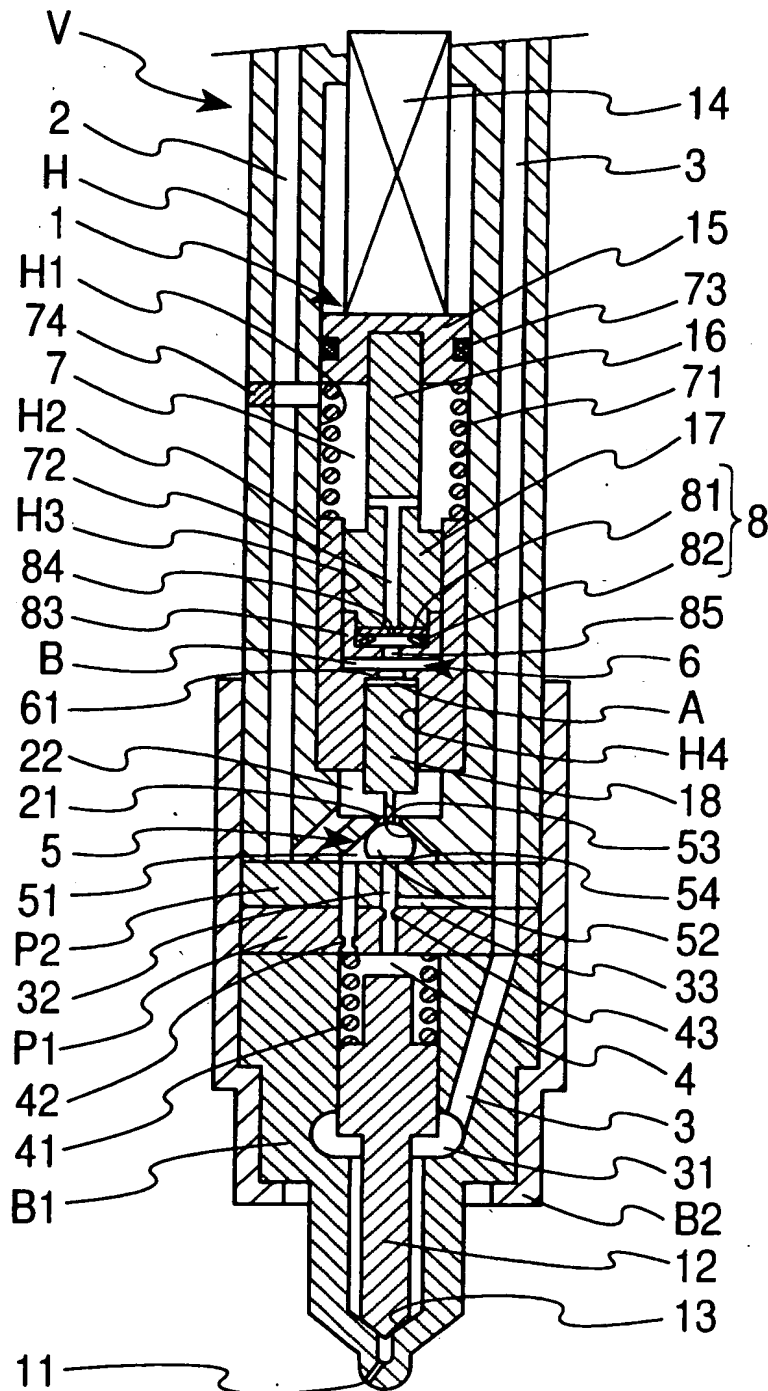
5   3方弁

- 5 1 弁室
- 5 2 弁体
- 5 3 ドレーンシート
- 5 4 高圧シート
- 6 変位拡大室（油圧室）
- 7 油溜まり室
  - 7 1 スプリング
  - 7 2 通路
- 8 逆止弁
  - 8 1 フラット弁
  - 8 2 皿バネ
  - 8 3 逆止弁ホルダ
  - 8 4 ピンホール
  - 8 5 貫通穴

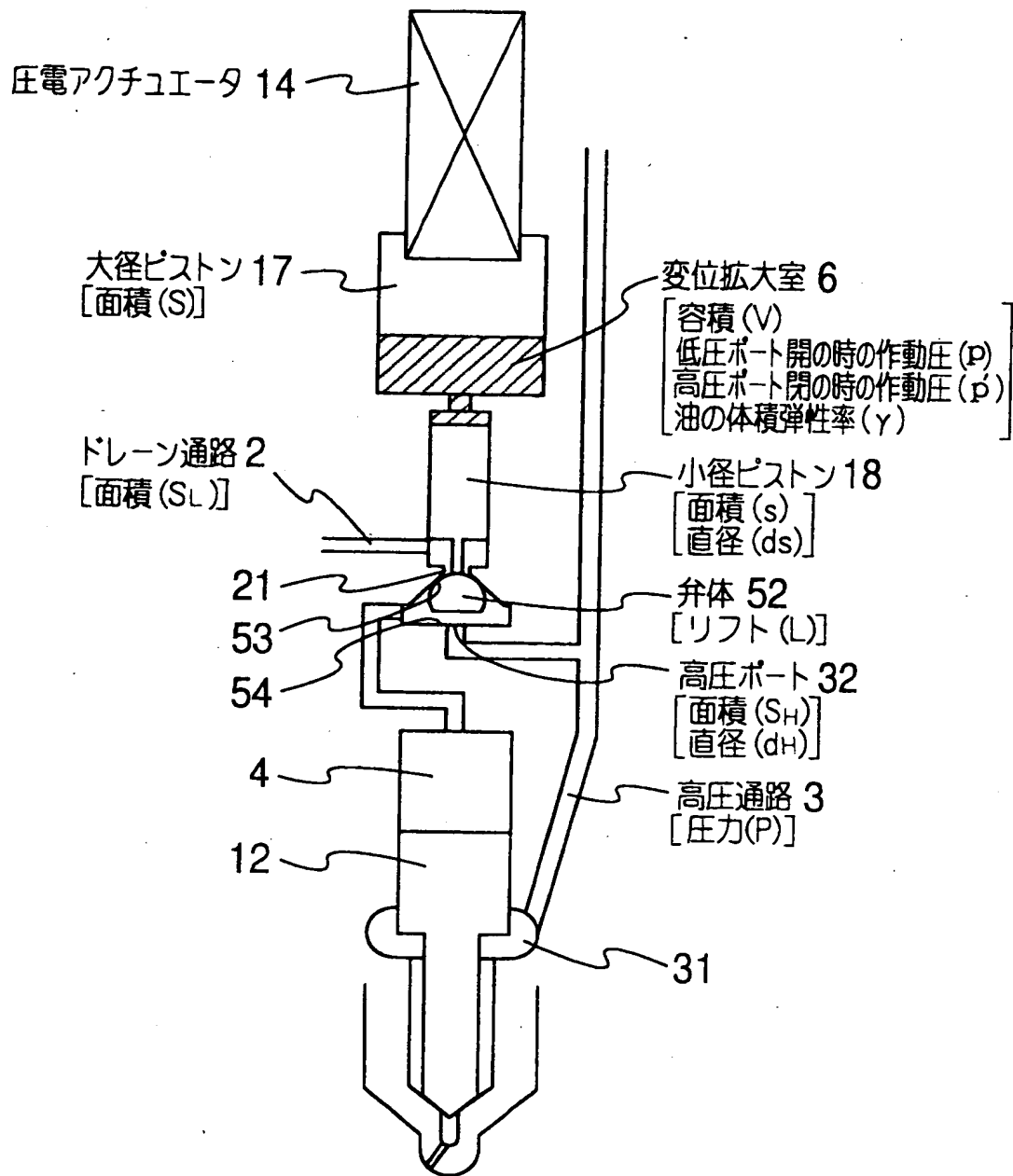


【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧電アクチュエータを用いた油圧制御弁において、安定したハーフリフト制御を可能にし、燃料噴射弁の噴射率制御やコモンレールの減圧制御の制御性を向上させる。

【解決手段】 圧電アクチュエータ 1 4 の変位を大径ピストン 1 7、変位拡大室 6、小径ピストン 1 8 を介して拡大し、弁体 5 2 を駆動して高压通路 3 に連通する高压ポート 3 2 とドレーン通路 2 に連通する低压ポート 2 1 のいずれか一方を選択的に閉鎖する。油圧制御弁 1 は、アクチュエータ 1 4 にエネルギーを供給した時に低压ポート 2 1 を開いて高压ポート 3 2 を閉じ、エネルギーを放出した時に高压ポート 3 2 を開いて低压ポート 2 1 を閉じる構成で、低压ポート 2 1 を開く時に必要なエネルギーよりも、高压ポート 3 2 を閉じる時に必要なエネルギーを大きくすることによって、ハーフリフトを容易にする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日	1996年10月 8日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名	株式会社デンソー